



Republik  
Österreich  
Patentamt

(11) Nummer: **AT 401 702 B**

(12)

# PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 2383/93

(51) Int.Cl.<sup>6</sup> : **H04L 12/00**  
H04Q 3/495

(22) Anmeldetag: 24.11.1993

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 3.1996

(45) Ausgabetag: 25.11.1996

(56) Entgegenhaltungen:

EP 0563572A2

(73) Patentinhaber:

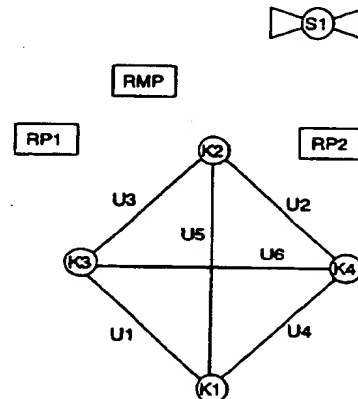
SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT ÖSTERREICH  
A-1210 WIEN (AT).

(72) Erfinder:

FISCHER GERHARD DIPL.ING.  
WIEN (AT).  
HOFMANN KURT DR.  
WIEN (AT).  
RAMMER JOSEF DR.  
WIEN (AT).  
BELLA LUIGI  
NOORDWIJK AAN ZEE (NL).  
CHUMUN FÉRIAL  
NOORDWIJK AAN ZEE (NL).

(54) VERFAHREN UND ANORDNUNG ZUM ROUTEN VON VERBINDUNGEN IN EINEM VERMITTELNDEN KOMMUNIKATIONSNETZ

(57) Es wird ein Verfahren zum Routen von Verbindungen in einem leitungsvermittelnden Kommunikationsnetz angegeben, bei dem bei einer Blockade eines direkten Übertragungsweges (U1,U2, U3,U4,U5,U6) zwischen zwei Vermittlungsknoten (K1,K2,K3,K4) des Kommunikationsnetzes aufgrund des Belegungszustandes der möglichen Übertragungswege eine Ausweichroute bestimmt wird, wobei jede Blockade erfaßt und aus deren Häufigkeit der Belegungszustand der Übertragungswege (U1 - U6) des Kommunikationsnetzes ermittelt wird. Dadurch ist eine rasche Aktualisierung des Belegungszustandes des Kommunikationsnetzes mit geringem Aufwand möglich. Diese ist Voraussetzung für effektive Routing-Verfahren und eine hohe und gleichmäßige Auslastung des Kommunikationsnetzes, wodurch wiederum vorteilhafte und kostengünstige Dimensionierung und Administration des Kommunikationsnetzes erfolgen kann. Die gegenständliche Erfindung ist besonders vorteilhaft bei großen Kommunikationsnetzen (bis zu 1000 Vermittlungsknoten).



Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Routen von Verbindungen in einem vermittelnden Kommunikationsnetz, welches Vermittlungsknoten enthält, die durch Übertragungswege miteinander verbunden sind, bei dem bei einer Blockade des direkten Übertragungsweges zwischen zwei Vermittlungsknoten des Kommunikationsnetzes aufgrund des Belegungszustandes der möglichen Übertragungswege eine Ausweichroute bestimmt wird, und eine Anordnung zur Durchführung des Verfahrens.

Der Aufbau und die Verwaltung von Kommunikationsnetzen erfordert hohe Investitionen und Aufwände. Es ist daher notwendig, diese hohen Aufwände durch eine möglichst hohe Auslastung des Kommunikationsnetzes zu rechtfertigen. Eine derartige hohe Auslastung bringt es allerdings mit sich, daß übliche Kommunikationsnetze wie beispielsweise Fernsprechnetze zeitweise überlastet sind und Verbindungen nicht zustande kommen. Diese Überlastungen können durch "intelligenten" Verbindungsaufbau vermieden werden, d.h. daß die zu einem bestimmten Zeitpunkt vorzunehmenden Verbindungen möglichst gleichmäßig über das ganze Netz verteilt werden.

Diese Aufteilung geschieht mit sogenannten dynamischen Routing-Verfahren. Bei einem bekannten derartigen Verfahren werden in Intervallen von etwa 10 Sekunden Zustandsinformationen über das Netz an einen zentralen Rechner gesendet. In Abhängigkeit von der Auslastung des Netzes wird dann ein einzelner Anruf, dessen direkte Verbindung zwischen einem Ursprungsvermittlungsknoten, an den der rufende Teilnehmer angeschlossen ist und einem Zielvermittlungsknoten an den der gerufene Teilnehmer angeschlossen ist, aufgrund einer Überlastung des Übertragungsweges zwischen den beiden Vermittlungsknoten nicht möglich ist, durch diesen zentralen Rechner über zumindest einen weiteren Vermittlungsknoten optimal geroutet. Dieses Verfahren ist sehr aufwendig und daher nur für kleinere Netze geeignet.

Ein weiteres bekanntes Verfahren richtet für jeden nicht direkt vermittelbaren Anruf eine Abfrage über ein Signalisierungsnetz an den Zielvermittlungsknoten, welche Übertragungsstrecken aus dessen Sicht niedrig belegt und daher für den Anruf günstig sind. Der Ursprungsvermittlungsknoten erhält diese Information und wählt dann einen Zwischenvermittlungsknoten aus, der sowohl zum Ursprungsvermittlungsknoten als auch zum Zielvermittlungsknoten eine Übertragungsstrecke mit niedriger Belegung aufweist.

Bei diesem Verfahren ist bei jedem Routingversuch eine Verbindungsaufnahme zwischen dem Routing-Rechner und dem Zielvermittlungsknoten sowie dem Ursprungsvermittlungsknoten des Netzes notwendig, das Verfahren ist daher ebenfalls sehr aufwendig.

Weitere bekannte Verfahren aktualisieren die Netzzustände in größeren Zeitabständen, beispielsweise stündlich, sie sind daher weniger aufwendig, liefern aber aufgrund der großen Aktualisierungsintervalle weniger gute Ergebnisse.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Routingverfahren anzugeben, bei dem mit geringem Aufwand gute Ergebnisse auch bei großen Kommunikationsnetzen erzielt werden.

Dies geschieht erfindungsgemäß mit einem Verfahren nach Anspruch 1.

Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht die Aktualisierung der Information über die Netzzustände in besonders geringen Zeitabständen z.B. 10 Sekunden, bei nur geringem Aufwand. Damit ist es möglich, auch größere Netze bis zu etwa 1000 Vermittlungsknoten mit dynamischem Routing auszustatten, mehr als mit anderen bekannten Verfahren. Darüberhinaus kann das erfindungsgemäße Verfahren mit nur geringem Aufwand an bestehende Kommunikationsnetze angepaßt werden.

Mit der Anordnung nach Anspruch 2 kann das erfindungsgemäße Verfahren besonders günstig realisiert werden.

Bei größeren Netzen ist eine Ausgestaltung der Erfindung nach Anspruch 3 oder Anspruch 4 vorteilhaft, da durch mehrere Routing-Prozessoren die Ausfallsicherheit erhöht wird und der Einsatz eines Satelliten, wie er an sich aus der EP-A2-0563572 bekannt ist, die Aufwendungen für die Verbindung zwischen den Routing-Prozessoren und dem Kommunikationsnetz verringert.

Vorteilhaft ist auch eine Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens nach Anspruch 5, welche die Optimierung des Routingvorganges hinsichtlich der Kosten-Nutzen-Relation von Anrufen ermöglicht. So wird beispielsweise ein Anruf nicht durchgestellt, wenn die Wahrscheinlichkeit sehr hoch ist, daß durch diese Routingentscheidung ein oder mehrere andere Anrufe blockiert werden würden, und der dadurch verursachte Ausfall höhere Kosten verursacht, als dies durch die Blockade des gegenständlichen Anrufes Fall ist.

Günstige Realisierungsvarianten des Verfahrens nach Anspruch 5 sind durch die Ansprüche 6 und 7 beschrieben.

Die Erfindung wird anhand einer Figur näher erläutert, die beispielhaft ein Kommunikationsnetz zeigt.

Die Fig. zeigt ein Kommunikationsnetz, welches Vermittlungsknoten K1, K2, K3, K4 enthält, die durch Übertragungswege U1, U2, U3, U4, U5, U6 miteinander verbunden sind. Zusätzlich sind zwei Routing-Prozessoren RP1, RP2 und ein Routing-Management-Prozessor RMP vorgesehen. Die Verbindung zwischen den Vermittlungsknoten K1, K2, K3, K4, den Routing-Prozessoren RP1, RP2 und dem Routing-Management-Prozessor RMP wird über einen Satellit S1 hergestellt. An das Kommunikationsnetz sind

Teilnehmer TN1, TN2 angeschlossen.

Ein Verbindungsaufbau zwischen einem Ursprungsteilnehmer TN1 und einem Zielteilnehmer TN2 verläuft wie folgt: Zuerst wird geprüft ob der direkte Weg zwischen den beiden Teilnehmern TN1, TN2 über den ersten Vermittlungsknoten K1, den fünften Übertragungsweg U5 und den zweiten Vermittlungsknoten K2 verfügbar ist. Ist dies der Fall, wird die Verbindung aufgebaut. Die beiden Routing-Prozessoren sind davon nicht betroffen.

Wenn die angegebene direkte Verbindung jedoch nicht verfügbar ist, weil der fünfte Übertragungsweg U5 überlastet ist, oder aber auch durch einen technischen Effekt funktionsunfähig ist, dann wird vom ersten Vermittlungsknoten K1 eine Routingaufforderung an den in diesem Fall zuständigen ersten Routing-Prozessor RP1 gesendet. Die Verbindung zwischen den Routing-Prozessoren RP1, RP2, und den Vermittlungsknoten K1, K2, K3, K4 erfolgt über ein, in der Fig. nicht eingezeichnetes Signalisierungsnetz. Die Organisation des Signalisierungsnetzes entspricht dem sogenannten "Common Channel Signalling"-Protokoll Nr. 7 von CCITT.

Aufgrund der Anforderung und der verfügbaren Daten über die Auslastung des gesamten Kommunikationsnetzes entscheidet der zuständige Routing-Prozessor RP1 welche Alternativrouten für die Verbindung in Frage kommen. Im vorliegenden Fall kann dies über den dritten Vermittlungsknoten K3 und den ersten Übertragungsweg U1 sowie den dritten Übertragungsweg U3 geschehen, oder alternativ über den vierten Vermittlungsknoten K4 und den zweiten und vierten Übertragungsweg U1, U2. Die Auswahl zwischen diesen beiden möglichen Routen erfolgt nun aufgrund der Belastung der Übertragungswege dieser Routen. Wenn beispielsweise feststeht, daß der erste Übertragungsweg U1 bereits völlig ausgelastet ist, dann wird die Verbindungsvariante über den vierten Vermittlungsknoten K4 ausgewählt.

Die Verbindungen werden also so gelegt, daß sie das Netz möglichst gleich belasten, und keine Belastungsspitzen bei einzelnen Übertragungswegen auftreten.

Die Information über die aktuelle Auslastung der einzelnen Übertragungswege U1, U2, U3, U4, U5, U6 generieren nun die Routing-Prozessoren RP1, RP2 selbst im Rahmen ihrer Routing-Aufgaben. Jede Routinganforderung wird mit den dazugehörigen Daten über den betroffenen, d.h. blockierten Übertragungsweg im vorliegenden Fall der fünfte Übertragungsweg U5 gespeichert und aus der Häufigkeit dieser Routinganforderungen bzw. damit verbundenen Blockierungsanzeigen berechnet der Rechner die aktuelle Auslastung des jeweiligen Übertragungsweges. Dazu ist kein eigenes Vermittlungsverfahren zwischen den Vermittlungsknoten K1, K2, K3, K4 und den Routing-Prozessoren RP1 und RP2 notwendig, sondern dies geschieht im Rahmen der anfallenden Routingaufgaben.

Mit dem beschriebenen Routingverfahren wird bereits eine deutliche Verbesserung der möglichen Auslastung eines Kommunikationsnetzes erzielt. Eine weitere Optimierung kann durch den Einsatz eines Routing-Management-Prozessors RMP geschehen. Dieser berechnet aus den sogenannten Zielverkehrsdaten des Kommunikationsnetzes beispielsweise stündlich Prognosen für die künftige Auslastung des Netzes und der einzelnen Übertragungswege U1, U2, U3, U4, U5, U6.

Die Zielverkehrsdaten betreffen die Information, welche Teilnehmer im betrachteten Zeitraum miteinander wie oft kommunizierten. Aufgrund dieser Daten wird im Routing-Management-Prozessor die Wahrscheinlichkeit der Belegung der Übertragungswege berechnet. Dies geschieht im vorliegenden Beispiel mit Hilfe eines sogenannten "Forward-Looking-Routing" Algorithmus wie er in K.R. Krishnan, T.J. Ott: Forward-Looking Routing: A New State-Dependent Routing Scheme, Teletraffic Science for New Cost-Effective Systems, Networks and Services, ITC-12 (1989).

Nach diesem Algorithmus werden im Routing-Management-Prozessor Bewertungstabellen für die einzelnen Übertragungswege U1, U2, U3, U4, U5, U6 festgelegt, anhand derer die Routing-Prozessoren RP1, RP2 die vorgesehenen Übertragungswege überprüfen können, ob sie hinsichtlich der prognostizierten Auslastung für den gültigen Zeitraum als günstig anzusehen sind. So kann es z.B. geschehen, daß nach der prognostizierten Auslastung der Übertragungswege U1, U2, U3, U4, U5, U6 die Durchstellung einer Verbindung nachteilig wäre, da dadurch zwei andere Verbindungen blockiert würden. Daher wird diese Verbindung nicht aufgebaut, das Netz ist mit den zwei dadurch möglichen und statistisch auch erfolgenden anderen Verbindungen besser ausgelastet und arbeitet kostengünstiger.

Die Verbindung zwischen Routing-Management-Prozessor RMP den Routing-Prozessoren RP1, RP2 und den Vermittlungsknoten K1, K2, K3, K4 erfolgt über ein Datenübertragungsnetz, welches im Bild nicht dargestellt ist und mittels Satellit S1 verwirklicht ist.

Der Einsatz eines oder mehrerer Satelliten ist besonders vorteilhaft bei Kommunikationsnetzen, die geografisch große Gebiete betreffen, dies ist insbesondere bei Fernsprechnetzen in dünn besiedelten Gebieten oder beispielsweise bei Fernsprechnetzen für Inselgruppen der Fall, oder aber bei sehr großen Kommunikationsnetzen mit vielen Vermittlungsknoten.

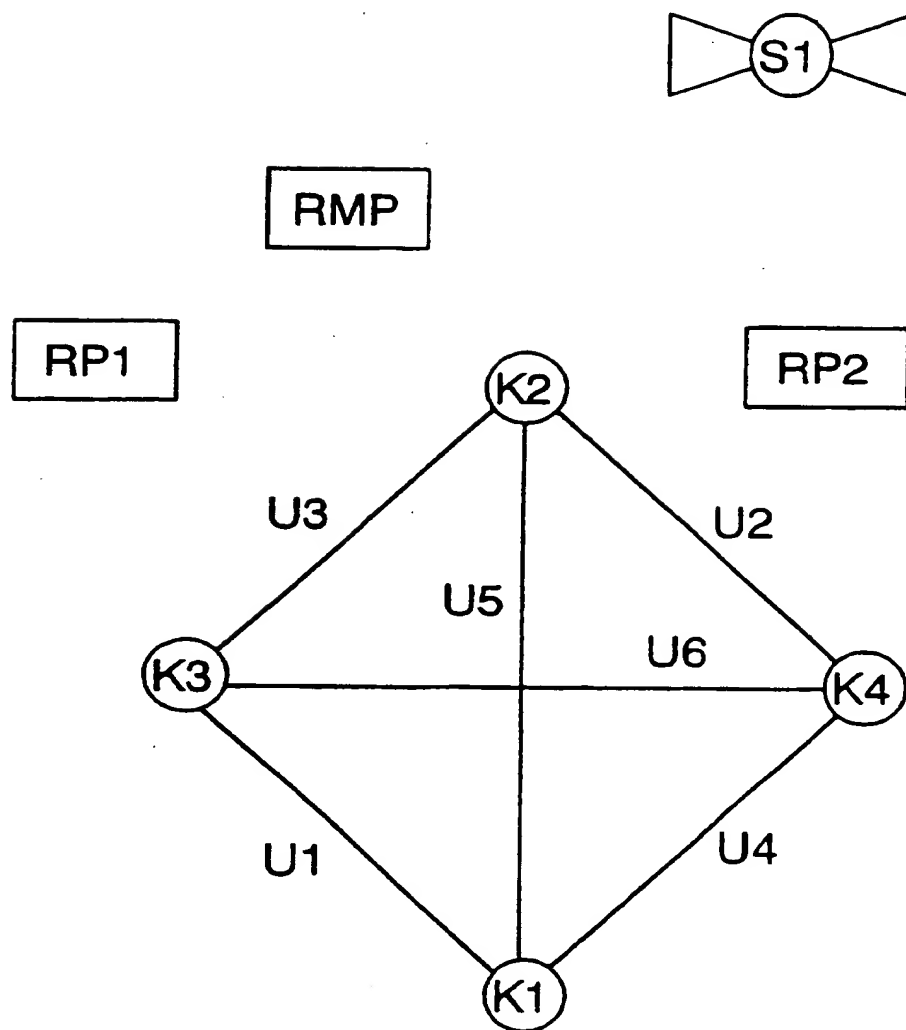
In diesem Fall können durch einen oder mehrere Satelliten die hohen Kosten für ein großflächiges Datenübertragungsnetz vermieden werden.

Die gegenständliche Erfindung eignet sich insbesondere zum Einsatz in Fernsprechnetzen. Sie kann aber vorteilhaft auch bei ähnlich strukturierten Kommunikationsnetzen und beispielsweise auch bei Verkehrsleitsystemen angewendet werden.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Routen von Verbindungen in einem vermittelnden Kommunikationsnetz, welches Vermittlungsknoten (K1,K2,K3,K4) enthält, die durch Übertragungswege (U1,U2,U3,U4,U5,U6) miteinander verbunden sind, bei dem bei einer Blockade eines direkten Übertragungsweges (U1,U2,U3,U4,U5,U6) zwischen zwei Vermittlungsknoten (K1,K2,K3,K4) des Kommunikationsnetzes aufgrund des Belegungszustandes der möglichen Übertragungswege (U1,U2,U3,U4,U5,U6) eine Ausweichroute bestimmt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß jede Blockade erfaßt und aus deren Häufigkeit der Belegungszustand der Übertragungswege (U1,U2,U3,U4,U5,U6) des Kommunikationsnetzes ermittelt wird.
2. Anordnung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß zumindest ein Routing-Prozessor (RP1,RP2) vorgesehen ist, der über ein Signalisierungsnetz mit den Vermittlungsknoten (K1,K2,K3,K4) verbunden ist.
3. Anordnung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß mehrere Routing-Prozessoren (RP1,RP2) vorgesehen sind, die durch ein Datenübertragungsnetz miteinander verbunden sind.
4. Anordnung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Datenübertragungsnetz in an sich bekannter Weise mittels Satellit (S1) verwirklicht ist.
5. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß zusätzlich Messungen des Zielverkehrs durchgeführt werden und im Hinblick auf die daraus ermittelten Wahrscheinlichkeit der Blockade künftiger Verbindungsanforderungen die Bestimmung der Ausweichroute optimiert wird.
6. Anordnung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß zusätzlich zu Kommunikationsnetz und mindestens einem Routing-Prozessor (RP1,RP2) ein Routing-Management-Prozessor (RMP) vorgesehen ist, der über ein weiteres Datenübertragungsnetz mit dem zumindest einen Routing-Prozessor (RP1,RP2) und den Vermittlungsknoten (K1,K2,K3,K4) des Kommunikationsnetzes verbunden ist.
7. Anordnung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß das weitere Datenübertragungsnetz in an sich bekannter Weise mittels Satellit (S1) verwirklicht ist.

Hiezu 1 Blatt Zeichnungen



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**